

УДК 669.187.2

М.К. Шевкаленко (5 курс, каф. СиС), В.П. Карасёв, к.т.н., доц.

РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СТАЛИ ПРИ ВЫПУСКЕ ЕЕ ИЗ ПЕЧИ В КОВШ

Температура металла во многом определяет характер окислительно-восстановительных процессов в ванне сталеплавильной печи, а также качество готового металла. Поэтому правильное определение нагрева металла по ходу плавки и разливки является одним из важных условий получения качественного металла.

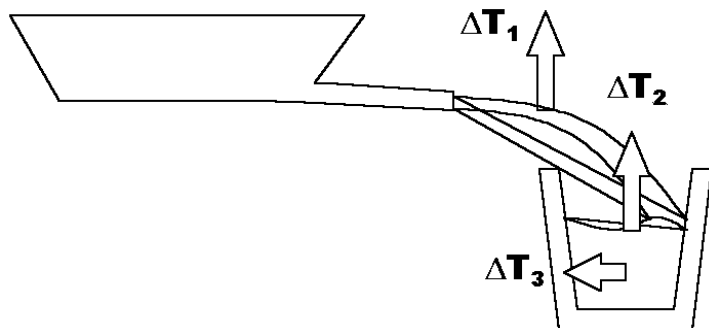


Рис. 1. Схема выпуска стали.

Очень важной задачей является определение оптимальной температуры выпуска металла из сталеплавильного агрегата (T_m). Ориентиром при этом является необходимая температура разливки. Для ее достижения учитывают снижение температуры при выпуске металла из печи в ковш (ΔT_Σ) и при дальнейшей обработке жидкого металла, в зависимости от принятой в цехе технологии. Согласно литературным данным

высокотемпературный нагрев футеровки ковшей позволяет снизить температуру выпуска на 10—30°C, применение теплоизолирующей крышки при разливке — на 22°C. Характерен также и большой разброс температуры металла в ковше при одной и той же T_m . Попытаться расчетным путем определить ΔT_Σ и выявить наиболее значимые факторы, влияющие на нее - такова цель работы. Расчёт выполнен для мартеновской печи (70-т) ЗАО “Обуховспецсталь” (ранее принадлежавшей “Обуховскому заводу”).

Суммарную потерю тепла ΔT_Σ можно разбить на три составляющих:

$$\Delta T_\Sigma = \Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3,$$

где: ΔT_1 - это потери за счёт излучения тепла с поверхности столба струи; ΔT_2 - потери за счёт излучения тепла с поверхности металла в ковше; ΔT_3 - потери за счёт аккумуляции тепла футеровкой ковша.

Найдем каждую из этих составляющих:

$$\Delta T_1 = q_1 * S_1 * \tau / (C_{ж} * G),$$

где: q_1 – тепловой поток с поверхности столба струи кВт/м²

$$q_1 = 5,67 \cdot 10^{-11} \cdot \varepsilon \cdot \psi \cdot (T_M^4 - T_B^4),$$

где: ε – степень черноты свода; ψ – коэффициент экранирования; T_B – температура воздуха, К; S_1 – средняя излучающая поверхность столба струи металла m^2

$$S_1 = \pi \cdot d \cdot L \cdot k,$$

где: d – диаметр выпускного отверстия, м; L – средняя длина струи за время выпуска, м; k – коэффициент учитывающий уширение струи;

τ – время выпуска, час; $C_{ж}$ – теплоёмкость жидкой стали, кВт*час/Т*К; G – масса выпускаемого металла, т.

$$\Delta T_2 = q_2 \cdot S_2 \cdot \tau / (C_{ж} \cdot G),$$

где: q_2 – тепловой поток с поверхности металла в ковше, $q_2 = 5,67 \cdot 10^{-11} \cdot \varepsilon \cdot \psi \cdot (T_M^4 - T_B^4)$, кВт/м²; S_2 – площадь этой поверхности, м²; $S_2 = \pi \cdot D^2 \cdot k / 4$, где: D – средний диаметр поверхности за время выпуска, м; k – коэффициент учитывающий увеличение поверхности;

$$\Delta T_3 = \Delta Q_{акк} / (C_{ж} \cdot G),$$

где: $\Delta Q_{акк}$ – теплота аккумулированная футеровкой, кВт.

В итоге получили следующие значения составляющих: $\Delta T_1 = 12,3$ К, $\Delta T_2 = 8$ К, $\Delta T_3 = 40$ К. Таким образом суммарная потеря тепла будет равна: $\Delta T_{\Sigma} = 12,3 + 8 + 40 = 60,3$ К. Причём большая доля её приходится на потери за счёт аккумуляции футеровкой ковша, хотя потери за счёт излучения со струи также значительны.

Сопоставим эти потери с фактическими на данном предприятии - они составляют в среднем 59,5 К. Видно, что расчётные потери тепла схожи с фактическими. Следовательно, можно управлять изменением температуры при помощи тех параметров, которые использовались при расчёте.

Попробуем снизить потери тепла, увеличив массу выпускаемого металла, сократив длину струи и подогревая ковш.

Таблица 1. Расчётные потери тепла (исходный вариант 1) и с учётом новых рекомендованных параметров (новый вариант 2)

ΔT	вариант 1	вариант 2
ΔT_{Σ}	60,3	50
ΔT_1	12,3	9
ΔT_2	8	7,5
ΔT_3	40	33,5

Таблица 1 даёт право утверждать, что, увеличивая количество выпускаемого металла, уменьшая струю, подогревая ковш и (или) меняя какие-либо другие параметры, мы можем снизить потери тепла при выпуске стали из печи в ковш.

Выводы:

- Снижение падения температуры при выпуске даёт возможность экономить сырьё и энергозатраты, снижает рост содержания газов в металле, что в свою очередь благоприятно сказывается на качестве стали.
- Выполнен расчёт падения температуры стали при выпуске её из печи в ковш, применительно к условиям мартеновского цеха ЗАО “Обуховспецсталь”. Расчётные данные сопоставимы с фактическими замерами температуры в данных условиях.
- Даны рекомендации по снижению падения температуры при выпуске.